

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
(studij za stjecanje visoke stručne spreme
i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Dora Puljić

**UČINKOVITOST PRIMJENE
RAZLIČITIH VRSTA ISTEZANJA U
PRIPREMNOJ FAZI TRENINGA
JAKOSTI, BRZINE I AGILNOSTI**

(diplomski rad)

Mentor:

doc.dr.sc. Luka Milanović

Zagreb, rujan 2017.

UČINKOVITOST PRIMJENE RAZLIČITIH VRSTA ISTEZANJA U PRIPREMNOJ FAZI TRENINGA JAKOSTI, BRZINE I AGILNOSTI

Sažetak

Cilj ovog rada je sistematizirati rezultate istraživanja akutnih učinaka različitih modaliteta vježbi istezanja te, s obzirom na to, odrediti one koje je najuputnije primjenjivati prije fizičke aktivnosti usmjerene na jakost, brzinu i agilnost. U današnje vrijeme postoji sve više nesuglasica oko odabira pojedinog modaliteta istezanja u svrhu što bolje izvedbe u glavnom dijelu treninga. Kada je riječ o uvodno-pripremnom dijelu treninga koji se odnosi na vježbe istezanja, većina trenera preporuča primjenu vježbi statičkog istezanja, vođeni idejom da to pomaže u smanjenju rizika od ozljeda nastalih tijekom treninga ili natjecanja. Međutim, metode za optimalno povećanje fleksibilnosti, promatrajući dugoročno, trenutno su predmet znanstvene rasprave, a statičko istezanje još uvijek se pojavljuje kao modalitet koji se uobičajeno koristi u zagrijavanju i pripremi sportaša za glavna trenažna ili natjecateljska opterećenja (Babajić, 2015).

Ključne riječi: zagrijavanje, jakost, brzina, agilnost, statičko istezanje, fizička aktivnost, trening, fleksibilnost

THE EFFECTIVENESS OF APPLYING DIFFERENT TYPES OF STRETCHING IN PREPARATION PHASE OF STRENGTH, SPEED AND AGILITY TRAINING

Summary

The aim of this work is to systematize research results of acute effects of different stretching exercises modalities, and in that regard, determine the one that is best used before physical activity focused on strength, speed, and agility. In recent times there is more and more disagreement about choosing a particular stretching modality for better performance in main part of the training. When it comes to introductory-preparatory part of training involving stretching exercises, most coaches recommends applying static stretching exercises with idea that it helps to reduce the risk of injury caused during training or competition. However, methods for optimum flexibility increase, looking over the long term, are currently under a scientific debate, while static stretching still appears as a modality which is commonly used in warm-up and preparation for the main training or competitive burdens (Babajić, 2015).

Key words: warm-up, strength, speed, agility, static stretching, physical activity, training, flexibility

SADRŽAJ

1. UVOD.....	5
2. SPORTSKI TRENING.....	6
2.1. Uvodno – pripremni dio treninga	6
3. SKELETNI MIŠIĆ	8
3.1. Mišićna vlakna.....	9
3.1.1. Dijelovi mišićnog vlakna.....	9
3.2. Vezivno tkivo	10
4. MIŠIĆNA AKTIVNOST	11
4.1. Prijenos akcijskog potencijala	11
5. ISTEZANJE	13
5.1. Statičko istezanje (SI).....	14
5.1.1. Doziranje opterećenja kod statičkog istezanja.....	16
5.2. Dinamičko istezanje	16
5.2.1. Doziranje opterećenja kod dinamičkog istezanja	17
5.3. Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF)	18
5.3.1. Doziranje opterećenja kod PNF-a.....	19
6. AKUTNI UTJECAJI ISTEZANJA NA PERFORMANSE U TRENINGU AGILNOSTI I SPRINTA	20
6.1. Utjecaj istezanja na trening brzine.....	21
6.2. Utjecaj istezanja na trening agilnosti.....	22
7. UTJECAJ ISTEZANJA NA TRENING JAKOSTI	23
8. ZAKLJUČAK.....	25
9. LITERATURA	26

1. UVOD

Posljednjih desetljeća, znanost je postigla značajne rezultate u otkrivanju, izučavanju i usavršavanju mogućnosti čovjeka. Vrhunski sport je postao vrlo zanimljivo područje za mnoge znanstvene discipline. Progresija znanosti i interdisciplinarnost u izučavanju sporta s vremenom su podizali pripremu sportaša na sve višu razinu i samim time pomicali granice ljudskih mogućnosti. Priprema sportaša, kao najveći i najvažniji dio sustava sportske pripreme, obuhvaća tri međusobno povezane komponente: sportski trening, sportsko natjecanje te izvantrenažne i izvannatjecateljske faktore pripreme (Koprivica, 2002; Stevanović, 2016).

2. SPORTSKI TRENING

Dietrich Harre (1982) sportski trening definira kao organiziran i dugoročan proces sportskog usavršavanja na temelju pedagoških, bioloških, psiholoških, socioloških, medicinskih, biomehaničkih i metodičkih principa. Njime se planskim i sustavnim radom utječe na razvoj onih sposobnosti, znanja i osobina sportaša koje mu osiguravaju postizanje najviših sportskih dostignuća na velikim natjecanjima (Milanović, 2013).

Napredovanjem kineziologije kao znanosti, kao i zahtjeva suvremenog sporta, sve se više pažnje pridaje svakom segmentu sportskog treninga, pokušavajući ga unaprijediti u što smisleniju cjelinu čiji se dijelovi nadopunjavaju i nadovezuju.

Svaki pojedinačni trening ima svoju strukturu. Nju čine tri dijela (faze) treninga:

1. uvodno-pripremni dio,
2. glavni dio,
3. završni dio.

Iako se metode treninga (primjena vježbi) prepoznaju po glavnom dijelu treninga, to ne umanjuje značaj ostalih dijelova, u kojima primjenjene metode mogu biti istovjetne, ali i potpuno se razlikovati od onih u glavnom dijelu.

2.1. Uvodno-pripremni dio treninga

Uvodno-pripremni dio treninga, ili sportskim rječnikom „zagrijavanje“, prije fizičke aktivnosti, je univerzalno prihvaćena praksa s ciljem pripreme sportaša, fizički i mentalno, bilo za trening ili za natjecanje (Young i Behm, 2002; Stevanović, 2016).

Zagrijavanje dovodi sportaša u takvo fiziološko stanje koje će mu poboljšati sportsku uspješnost (Elam, 1986) te će mu omogućiti da djeluje i izvede svoju aktivnost na najvišoj mogućoj razini. Radi se o specifičnoj pripremi sportaševa organizma. Povećanjem stupnja efikasnosti pojedinih organskih sustava smanjuje se energetske utrošak za jedinicu rada. To se postiže na račun postupne prilagodbe na planirane oblike motoričkog djelovanja, tipove energetskog angažiranja i vrste mišićnog naprezanja koje se očekuju u glavnom dijelu pojedinačnog treninga (Milanović, 2013).

Tijekom procesa zagrijavanja događaju se fiziološke prilagodbe u dišnom, metaboličkom, koštano-mišićnom sustavu, živčanom i cirkulacijskom sustavu, a mnoge ovise o povišenju tjelesne temperature (Bennet, 1984; prema Shellock, 1986). Smatra se da zagrijavanje, osim poboljšanja izvedbe motoričke aktivnosti, smanjuje i rizik od ozljeda (McArdle i sur., 1991; Young i Behm, 2002).

Generalno, dva načina zagrijavanja mogu biti korištena u sportu: pasivno (povišenje tjelesne temperature egzogenim faktorima), i aktivno (povišenje tjelesne temperature fizičkim vježbanjem) (Bishop, 2003). Kada je riječ o aktivnom zagrijavanju, onda se uvodna predpriprema obično provodi kroz tri tipične zajedničke cjeline. Na prvom mjestu su različite aerobne aktivnosti niskog intenziteta, radi podizanja optimalne tjelesne temperature s ciljem poboljšanja živčano-mišićne funkcije (McArdle i sur., 1991). Nadalje, primjenom različitih metoda slijedi specifično istezanje muskulature (uglavnom dinamičko ili statičko) koja treba biti angažirana tijekom glavnog opterećenja, a kao posljednja faza pojavljuje se uvježbavanje specifičnih kretnih zadataka, s intenzitetom koji nekada može prelaziti i prag glavnog opterećenja. Sve to provodi se s ciljem aktivacije specifičnih mišićnih vlakana i neuroloških puteva, radi dostizanja optimalne trenažne ili natjecateljske performanse (McArdle i sur., 1991; Babajić, 2015).

Opća komponenta aktivnog zagrijavanja sadrži jednostavne motoričke aktivnosti (npr. lagano trčanje), koje postepeno povećavaju intenzitet i ritam, samim time dovodeći do povećanja tjelesne temperature. Specifična komponenta aktivnog zagrijavanja uključuje pokrete koji su, može se smatrati, uvježbavanje pokreta i tehnika koji će se koristiti u kasnijoj aktivnosti. Zagrijavanje priprema specifične energetske sustave koji će se koristiti u daljnjoj aktivnosti. Mišićna vlakna povećavaju svoju elastičnost što dovodi do povećanja sile i brzine mišićne kontrakcije. To dalje dovodi do povećanja snage i brzine. Povećanje tjelesne temperature kod zglobova povećava količinu sinovijalne tekućine što smanjuje trenje u zglobovima i povećava opseg pokreta. Zagrijavanje unaprjeđuje i psihološki fokus uvježbavanjem shema pokreta specifičnih za određeni sport. Aktivira se mišićna memorija, a centralni živčani sustav se priprema za potrebnu aktivaciju motoričkih jedinica i koordinaciju (Smith, 1994; Stevanović, 2016).

3. SKELETNI MIŠIĆ

Skeletni mišići pokreću kosti u zglobovima i aktivni su dio pokretačkog sustava, dok su kosti i zglobovi njegov pasivni dio (Matković i Ružić, 2009). Skeletni mišić je kontraktilno tkivo koje pokreće kostur, a sastoji se, u širem smislu, od mišićnih stanica, slojeva vezivnog tkiva (fascija), živaca i krvnih žila. Organizirani su tako da proizvode vrlo male i precizne, ali i velike i snažne pokrete. Rijetko djeluju samostalno već u sinergiji s drugim mišićima proizvodeći pokrete. Mišići se međusobno razlikuju po veličini, duljini, obliku, vrsti vlakana itd.

Mišićno tkivo ima tri specifične fizičke karakteristike:

1. prugasta/glatka tekstura,
2. određeni smjer pružanja mišićnih vlakana,
3. može biti u relaksiranom ili kontrahiranom stanju (Biel, 2005).

Mišići su podijeljeni u grupacije mišića koje su obavijeni fascijom, "plahtom" od fibroznog tkiva. Grupacije služe da bi se mišići podijelili u funkcionalne grupe (često su inervirani istim živcem i vrše slične pokrete) (Hamill i Knutzen, 2009). Prilikom istezanja često istežemo grupacije mišića jer je gotovo nemoguće izdvojiti samo jedan mišić kojeg bi istežali (Milunović, 2016).

Najvažnija djelatna svojstva mišića su elastičnost, podražljivost i kontraktilnost.

1. Elastičnost je svojstvo mišića da se pri opterećenju rastegne sukladno veličini sile, a nakon prestanka djelovanja sile opet skрати. Mišići su elastičniji za vrijeme kontrakcije nego u mirovanju.
2. Podražljivost je pojava reagiranja na izravne podražaje putem živčanog vlakna ili na posredne kemijske, mehaničke te elastične podražaje.
- 3 Kontraktilnost je sposobnost mišićnih vlakana da se na podražaj stegnu i pri tome skrate i nabreknu. Kad podražaj prestane, mišić opet omlohavi (Keros i sur., 1999).

3.1. Mišićna vlakna

Skeletne mišiće oblikuju manje ili veće skupine prugastih mišićnih stanica koje zbog njihova oblika nazivamo mišićnim vlaknima. Pojedina mišićna vlakna obavija rahlo vezivo te ih unutar snopića povezuje unutarnja opna *endomysium*, a svežnjiće i snopove mišićnih vlakana povezuje i oblaže tanka pokrivna opna *perimysium* (Matković i Ružić, 2009).

S obzirom na vrstu vlakana, njih dijelimo na spora (tip I) i brza (tip II). Spora vlakna su bogata mioglobinom i prilagođena su za dugi rad niskog intenziteta. Brza vlakna se dijele na Tip IIa i Tip IIb i prilagođena su za kratki rad visokog intenziteta (Hamill i Knutzen, 2009).

Mišićna vlakna najčešće se protežu dužinom čitavog mišića mišića i dugačka su od nekoliko milimetara pa do više od 35 cm. S druge strane vrlo su tanka, promjer vlakana se mjeri u mikrometrima. Ovisno o funkciji mišića i njegovoj veličini, broj mišićnih stanica je različit u različitim mišićima.

3.1.1. Dijelovi mišićnog vlakna

Membrana mišićne stanice naziva se sarkolema. Ona je sastavljena od prave mišićne membrane te od vanjskog sloja polisaharidne tvari, u kojemu se nalaze brojna, vrlo tanka kolagenska vlakna. Taj se vanjski sloj sarkoleme na kraju mišića spaja s tetivnim vlaknima.

Unutar mišićne stanice nalazi se i sarkoplazma, sastavljena uglavnom od otopljenih bjelančevina, minerala, glikogena i masti. Iz citoplazme većine ostalih stanica u tijelu razlikuje se po velikoj količini pohranjenog glikogena te po tome što sadrži bjelančevinu mioglobin koja je sposobna vezati kisik. U sarkoplazmi se nalaze i stanične organele, među kojima se ističe obilan sarkoplazmatski retikulum. Tu se također nalaze i poprečni kanalići, tzv. T-cjevčice. One prolaze poprečno s jedne strane stanice na drugu, vrlo su tanke i zapravo su nastavak stanične membrane i omogućuju prijenos akcijskog potencijala s membrane duboko u unutrašnjost mišićnog vlakna. Unutar sarkoplazme nalazi se i nekoliko stotina do nekoliko tisuća mišićnih vlaknaca, miofibrila.

Svako mišićno vlakance sadrži u sebi velike polimerizirane molekule nitastih bjelančevina koje su odgovorne za mišićnu kontrakciju, deblje niti miozina i tanje niti aktina. Niti aktina i miozina leže paralelno jedne uz druge i djelomično ulaze jedne među druge. Aktinske niti su na jednom svom kraju pričvršćene uz tzv. Z-ploče i od njih se protežu na jednu i drugu stranu

ulaze među miozinske niti. Z- ploča povezuje susjedne miofibrile kroz cijelu mišićnu stanicu. Prostor između dvije Z- ploče naziva se sarkomera i to je osnovna funkcijska jedinica miofibrila. Miozinska vlakanca sastoje se od oko 200 miozinskih molekula kojih jedan kraj čini tijelo miozinskog vlakanca, a drugi kraj molekule strši postrance i oblikuje tzv. glavicu. Glavica miozinske molekule ima sposobnost svijanja i tako se može odmicati od tijela miozinskog vlakanca ili mu se pak primicati (Matković i Ružić, 2009).

3.2. Vezivno tkivo

Cijeli mišić obavija izvanjska ovojnica *epimysium*. Vezivne ovojnice mišićnih vlakana prelaze u čvrsto vezivo, koje se veže u pokosnicu i utkiva se u kost. Te vezivne ovojnice mogu se i prije nego se spoje s pokosnicom skupiti u čvrsti snop usporednih vezivnih vlakana koje tvore mišićnu tetivu. Mišićna tetiva je završetak većine mišića koja mišićno djelovanje prenosi na kost, a pritom tetiva svu mišićnu jakost usredotočuje na razmjerno malo pričvršno područje, što omogućuje obavljanje velikih napora, primjerice u pokretima šake (Matković i Ružić, 2009).

Poznato je da su tetive tkiva velike otpornosti na vanjska opterećenja. Ta snaga kolagena dolazi iz snažnih kemijskih veza među molekulama kolagena unutar vlakana i snopova. Kolagenski snopovi mogu biti skupljeni longitudinalno formirajući tetive i ligamente ili postavljeni u slojeve usmjereni u svim smjerovima formirajući kosti, hrskavice i fascije (Curwin, 2005).

Razlika u građi između tetiva i ligamenta je u tome što ligamenti, uz manju količinu kolagena, sadrže i malo veću količinu elastina koji omogućava malo više elasticiteta. Tetiva se spaja na mišić na mišićno-tetivnoj spojnici, gdje se mišićne stanice isprepliću s kolagenskim stanicama tetive. Tetive i mišići rade zajedno kako bi apsorbirali ili generirali napetost (Hamill i Knutzen, 2009). Za razliku od mišićnog tkiva, metabolizam tetiva je mnogo sporiji zbog slabije vaskularnosti i cirkulacije (Milunović, 2016).

4. MIŠIĆNA AKTIVNOST

Mišićna aktivnost nastaje kao rezultat podražaja koji dolazi iz živčanog sustava putem pokretačkih (motoričkih) živaca, pri čemu se mišićna vlakna skrate i nabreknu, stoga se govori o kontrakciji. Mišić postaje kraći i povlači mjesta svog vezanja na kostima da se ona međusobno primaknu, pa u zglobu nastaju kretnje (Matković i Ružić, 2009).

U sklopu građe mišića treba spomenuti i spoj između motoričkog neurona (živčana stanica) i mišićnog vlakna koje on inervira, a koje se naziva neuromišićna spojnica. Svaka mišićna stanica ima samo jednu neuromišićnu spojnicu, iako jedan motorički neuron može inervirati od jedne pa do čak nekoliko stotina mišićnih vlakana. Motorički neuron i sva mišićna vlakna koje on inervira naziva se motorička jedinica. Sva mišićna vlakna motoričke jedinice kontrahiraju se zajedno kada su stimulirani od strane motoričkog neurona (Hunter i Harris, 2008).

Bitno je napomenuti da se mišićna vlakna mogu izdužiti ili istegnuti samo ako na njih djeluje neka vanjska sila poput gravitacije, sila antagonističkih mišića ili sila koju pruža druga osoba odnosno neki drugi dio vlastitog tijela (Milunović, 2016).

4.1. Prijenos akcijskog potencijala

Kontrakciju mišića uzrokuje akcijski potencijal koji nastaje kao odgovor na podražaj motoričkog neurona. Svako mišićno vlakno inervirano je ogrankom motoričkog živca koji potječe iz mozga i kraljezničke moždine. Mjesto na kojemu se sastaju živčano i mišićno vlakno naziva se živčanomišićni spoj (neuromuskularna sinapsa).

Između tih dviju sinapsa nema izravna dodira jer ih odjeljuje prostor nazvan sinaptička pukotina. U završecima živčanih ogranaka mnoštvo je mjehurića. Kad nakon podraživanja živčanog vala depolarizacijski val dopiše do njegova završetka, iz mjehurića se u sinaptičku pukotinu oslobađa kemijska tvar acetilkolin, koja difuzijom dolazi do receptora na membrane mišićnog vlakna i izaziva stvaranje akcijskog potencijala u mišićom vlaknu. Akcijski potencijal širi se po mišićnom vlaknu i ide duboko u njega te naposljetku uzrokuje klizanje aktinskih i miozinskih niti. Glavice miozinskih molekula spajaju se uz aktivna mjesta na aktinskim nitima, dolazi do njihova pregibanja, pri čemu one za sobom povlače i aktinske niti. Glavice se potom odvoje od aktinske niti, usprave, vežu se s novim aktivnim mjestom i

ponovo se nagnu. Tako se zamasima (zaveslajima) aktinske niti sve više uvlače među miozinske. Kako su aktinske niti jednim svojim krajem vezane za Z-ploče, one također budu povučene prema sredini sarkomere, odnosno dolazi do skraćivanja sarkomere. Susjedne sarkomere se također skraćuju, čime se skraćuje i cijelo mišićno vlakno (Matković i Ružić, 2009).

Različite hipoteze motoričke kontrole smatraju dobrovoljne pokrete posljedicom centralne modulacije parametara pojedinih refleksa. Glavni pojam u vezi s mišićnim refleksima je refleksni luk. On se sastoji od aferentnog (ushodnog) živca (koji „osjeća“ vanjski stimulans), centralne jedinice za obradu, i eferentnog (nishodnog) živca koji izaziva mišićnu kontrakciju. Centralna jedinica za obradu može biti vrlo jednostavna, sadržana od samo jedne sinapse, ili vrlo složena, s velikim brojem sinapsi i integracijom informacija iz različitih izvora (Latash, 1998; Stevanović, 2016).

5. ISTEZANJE

Istezanje je sustav vježbanja u kojem se na pasivan ili aktivan način izvode pokreti ili zadržavaju određeni položaji tijela u svrhu trenutnog produljenja određenih mišića ili grupa mišića (Šimić, 2009). Istezanje ovisi o aktivnoj i pasivnoj napetosti mišića, mišićno-tetivnoj jedinici, isto kao i proprioceptorima, mišićno-koštanom sustavu, mišićnim vretenima te organima Golgijevog aparata (Nikolaou i sur., 1987; Guissard i Duchateau, 2006; Knudson, 2006; Abdel-aziem i sur., 2013).

Napetost stvorena mišićnim djelovanjem može biti klasificirana kao aktivna ili pasivna, aktivno usmjeravana na interakciju aktinskih i miozinskih niti mišića i pasivno na produženje vezivnog tkiva iznad njihove duljine odmora. I aktivna i pasivna definiraju svojstva mišića ovisna o duljini, što je u visokoj korelaciji obzirom na istezanje i može imati kompleksne efekte na skeletni mišić ovisno o interakciji između tkiva i prirodi trenažnog stimulansa (Knudson, 2006). Drugim riječima, kada je mišić istegnut, korištenjem različitih tehnika istezanja (statičko, aktivno, dinamičko ili PNF) to se može odraziti na promjene u aktivnoj ili pasivnoj napetosti mišića poboljšanjem opsega pokreta (ROM-*range of motion*) (Kubo i sur., 2001).

Sportaši u raznim sportskim granama imaju različite zahtjeve za opsegom pokreta u pojedinim zglobnim sustavima. Smatra se, također, da se dugoročnim istezanjem može djelovati na mišićno-tetivnu jedinicu koja prenosi energiju na kost u izvođenju aktivnosti ili je gubi u vidu topline (viskozna svojstva tkiva). Djelovanjem na mišićno-tetivnu jedinicu postiže se veća fleksibilnost i tako se utječe na sposobnost mišićno-tetivne jedinice da skladišti i oslobađa elastičnu energiju za efikasno izvođenje ciklusa mišićnog istezanja i skraćivanja (Kalerud i Gleeson, 2013).

Kada mišić jednom dosegne svoj apsolutni maksimum izduženosti, nastojanje da se on još više istegne može dovesti do istezanja ligamenata i neprikladne napetosti usmjerenog na tetive (a to su, zapravo, dvije stvari koje se nikako ne smiju istezati). Ligamenti pucaju kada se izduže više od 6% od svoje uobičajene normalne duljine. Tetive nemaju sposobnost istezanja, čak i ako se izduženi ligamenti i tetive ne pokidaju, može da doći do toga da se zglob olabavi i postane nedovoljno stabilan, što znatno povećava rizik od povrede.

Istezanje je bitna komponenta zagrijavanja prije svake fizičke aktivnosti. Treneri trebaju razlikovati razvoj fleksibilnosti od jednostavne uporabe vježbi istezanja u funkciji pripreme

lokomotornog sustava za vježbanje ili provođenja relaksacije i regeneracije nakon trenažnog rada (Milanović, 2013). U najvećem broju sportova nije potrebna maksimalna pokretljivost, nego tzv. optimalna. Ako je nivo pokretljivosti niži, otežana je tehnika kretanja (Fratric, 2006). Smith (1994) smatra da bi zagrijavanje trebalo biti specifično sportu/aktivnosti koje će se obavljati. Fleksibilnost je važna za prevenciju ozljeda, ali i zbog toga što motoričke strukture sportske aktivnosti zahtijevaju i optimalne amplitude pokreta, tako da će mala fleksibilnost proizvesti i loše motoričke strukture, odnosno lošu tehniku - neracionalnu i bez ritma (Stevanović, 2016).

Postoje četiri osnovne vrste istezanja:

- 1) statičko,
- 2) dinamičko,
- 3) balističko,
- 4) proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF) (prema Nelson i Kokkonen, 2007).

5.1. Statičko istezanje (SI)

Statičko istezanje je definirano kao pokret uda do kraja njegovog opsega pokreta uz održavanje te istegnute pozicije na određeno vrijeme (Kalerud i Gleeson, 2013).

Međutim, sve je veći broj istraživanja koja izvješćuju o negativnim učincima statičkog istezanja na maksimalnu mišićnu izvedbu. Iako su rane recenzije koje obuhvaćaju nekolicinu istraživanja izvjestile o dvosmislenim saznanjima (Shrier, 2004; Rubini i sur. 2007; Young, 2007), novije recenzije koje obuhvaćaju veću širinu radova istaknule su jasan doziranje-odgovor učinak u kojem će dulja trajanja istezanja (npr. ≥ 60 sek.) vjerojatno izazvati oštećenja performansi koje mogu imati važne implikacije za sportsku i kliničku izvedbu (Behm i Chaouachi, 2011; Kay i Blazevich, 2012). Najveći sustavni pregled do danas je onaj od Kay i Blazevich iz 2012. godine koji obuhvaća preglede 106 studija. Behm i sur. su 2011. godine pronašli još 19 studija koje odgovaraju njihovim kriterijima, što je rezultiralo dobivanjem 125 studija koje su sjedinile 270 mjera maksimalnih performansi ispitujući akutne učinke statičkog istezanja na performanse (visina vertikalnog skoka, brzina trčanja u sprint, jedno maksimalno ponavljanje (1 RM - *repetition maximum*) u potisku s prsa i klupe i maksimalnih voljnih

kontrakcija (MVC - *maximal voluntary contractions*)). Podaci su otkrili 119 značajnih smanjenja u performansama, 145 neznajčajnih rezultata pretraživanja, i 6 značajnih poboljšanja nakon primjene statičkog istezanja. Treba napomenuti da ipak postoje prilike u kojima su zabilježene velike ili jako velike redukcije (Trajano i sur., 2014).

Statičko istezanje generalno uzrokuje srednje umjerena (<5%) oštećenja performansi kad je testiranje provedeno u roku od nekoliko minuta istezanja. SI zapravo dovodi do smanjenja sile i snage, i nepovoljno utječe na sportsko postignuće (Behm i sur., 2001; Power i sur., 2004; Cramer i sur., 2005; Nelsoni sur., 2005; Pearce i sur., 2009; Taylor i sur., 2009; Simic i sur., 2013; Peck i sur., 2014), posebno kada je kratko vrijeme između istezanja i nastupa (Behm i sur., 2016). Fenomen smanjenja maksimalne mišićne snage je poznat kao „istezanjem izazvan deficit sile“ (Mizuno i sur., 2013). Pogoršanje performansi nakon SI se objašnjava mehaničkim i neuralnim faktorima. Mehanički gledano, SI dovodi do dugotrajnije i izraženije „opuštenosti“ mišićno-tetivne jedinice, što dalje utječe na labavost tetiva (Fletcher i Anness, 2007). Povećana tetivna labavost rezultira manje efikasnim prijenosom sile s mišića na polugu, smanjenim maksimalnim momentom sile mišića, kao i sporijom brzinom razvoja sile (Wilson i sur., 1991; Kokkonen i sur., 1998; Avela i sur., 1999). Neurološki, SI dovodi do smanjenja aktivacije motorne jedinice u refleksu na istezanje (Vujnovich i Dawson, 1994; Avela i sur., 1999; Aagard i sur., 2002). Neke studije, koje su istraživale činjenicu da SI povoljno utječe na prevenciju povreda (Pope i sur., 2000; Shrier, 1999), nisu pronašle klinički značajno smanjenje rizika od povrede. Utvrđeno je čak i da je najveći prediktor rizika od povreda bilo loše stanje aerobnih sposobnosti. U preglednom radu Shriera (1999) je navedeno nekoliko razloga zašto SI prije natjecanja ili treninga neće smanjiti rizik od povrede. Istezanje neće utjecati na mišićnu elastičnost tijekom ekscentričnih aktivnosti, kada se vjeruje da se najveći broj povreda događa. Istezanje može proizvesti mikrotraume tretiranog mišića. Kronične mikrotraume vode prema slabljenju mišića i prema predisponiranosti ka povredama. Povećanje tolerancije na istezanje može zamaskirati bol koja bi izazvala reakciju mišića da „se sačuva“ od povrede. Analizirajući utjecaj SI na funkcionalan odnos snage mišića pregibača i opružača u zglobo koljena (eng. *hamstring/quadriceps ratio*), gdje je odsustvo ujednačenosti potencijalan mehanizam povećanog rizika povrede donjih ekstremiteta (Grace i sur., 1984), dobiveni su kontroverzni rezultati. Ili je utjecaj SI bio značajno negativan te se smatralo da

primjena povećava rizik od povrede (Costa i sur., 2013), ili nije bilo nikakvog utjecaja te se slobodno može koristiti prije treninga ili takmičenja (Stevanović, 2016).

5. 1. 1. Doziranje opterećenja kod statičkog istezanja

Moguće objašnjenje za ovakve kontradiktorne rezultate promatrane nakon provođenja akutnih vježbi istezanja može biti trajanje samih vježbi istezanja. Kuboet i sur. (2001) te Kato i sur. (2010) su primjenjivali istezanje svojih subjekata jednom 10 min. i 20 min., tim redoslijedom, i izvijestili o smanjenoj tetivnoj napetosti. Suprotno tome, Kay i Blazevich (2009) te Kay i sur. (2015) su prezentirali studiju u kojoj su se provodila ponavljana statička istezanja 2x60 sek., 4x15 sek. i 4x30 sek., tim redoslijedom, i utvrdili adaptaciju samo u svojstvima mišićnog tkiva.

Nadalje, zaključak može biti da statičko istezanje u trajanju od 60 do 120 sek. utječe samo na mišićno tkivo, dok kontinuirano statičko istezanje u trajanju više od 10 min. utječe još i na svojstva tetivnog tkiva. Kako je opušteno mišićno tkivo popustljivije nego tetivno tkivo, može se pretpostaviti da tetivno tkivo mijenja svoja svojstva sporije, a time i kasnije od mišićnog tkiva (Morse i sur., 2008; Katoet i sur., 2010; Kay i sur., 2015).

5.2. Dinamičko istezanje (DI)

Dinamičko istezanje definira se kao kontrolirani pokret kroz aktivni opseg pokreta zgloba koji se često izvodi na stacionarnom radnom mjestu (Kalerud i Gleeson, 2013).

Statičko istezanje je obično korišteno u kliničkom i sportskom okruženjima sa specifičnom zadaćom da poveća opseg pokreta zglobova i smanji rizik od ozljede (McHugh i Cosgrave 2010).

DI je već dugo preporučena kao najefikasnija metoda istezanja za pripremu sportaša za trening ili natjecanje (Gambetta, 1997). DI koristi specifične pokrete za određeni sport, koji pripremaju tijelo za predstojeće aktivnosti (Mann i Jones, 1999). Može se smatrati i vježbama pokretljivosti, jer je naglasak na pokretima koje određeni sport ili aktivnost zahtijevaju, više

nego na izolirane mišiće ili mišićne grupe (Arthur i Bailey, 1998). Fletcher i Jones (2004) opisuju DI kao kontrolirane pokrete kroz cijeli aktivni opseg pokreta svakog zgloba. DI se često greškom poistovjećuje s balističkim istezanjem koje podrazumijeva male trzaje na kraju aktivnog opsega pokreta, odnosno pokušava se napraviti pokret izvan prirodnog raspona kretanja. Suprotno SI, DI je predloženo kao funkcionalnija i fiziološki primjenjivija metoda istezanja prije treninga ili natjecanja (McMillian i sur., 2006; Christensen i Nordstrom, 2008; Jagersi sur., 2008; Manoel i sur., 2008; Chaouachi i sur., 2010; Fletcher i Monte-Colombo, 2010; Van Gelder i Bartz, 2011; Jordani i sur., 2012). DI za razliku od statičkog koje je pasivna aktivnost, povećava mišićnu temperaturu (Van Gelder i Bartz, 2011), što dovodi do smanjenja mišićne krutosti (Noonan i sur., 1993), povećanja maksimalnog momenta sile i povećanja aerobne moći (Sargeant, 1987), smanjenja laktata u krvi i mišićima (Gray i sur., 2002) i povećanja mišićne glikogenolize, glikolize i visokoenergetske fosfatne razgradnje (Febbraio i sur., 1996). Neka istraživanja čak navode da DI prije eksplozivnih aktivnosti smanjuje mogućnost ozljede (Gesztési, 1999). Prevencija ozljeda se ogleda i u uvježbavanju kretnih shema, koje će eliminirati nepotrebne pokrete (Hedrick, 2000). Smatra se da DI koje je duže od 2 minute i sa većom frekvencijom pokreta, ima pozitivniji uticaj na performanse, nego ona kraća i sa manjom frekvencijom (Behm i sur., 2016). Dinamička metoda istezanja priprema centralni živčani sustav na potrebnu koordinaciju i aktivaciju motornih jedinica (Smith, 1994). Poboljšanje u neuromišićnom postignuću poslije DI se povezuje i sa povećanom ekscitabilnošću, regrutacijom i sinkronizacijom motorne jedinice (Hamada i sur., 2000), smanjenom presinaptičkom inhibicijom, i većom centralnom aktivacijom motoneurona (Aagard i sur., 2002; Carvalho i sur., 2012).

5.2.1. Doziranje opterećenja kod dinamičkog istezanja

Kada je riječ o dinamičkom istezanju, većina studija nije prijavila specifično trajanje istezanja, već je dala opise broja vježbi, setova i ponavljanja. Prema Kurzu (1994) ova metoda istezanja se izvodi u serijama od 8-12 ponavljanja. Izmjereni ponderirani prosjek opterećenja DI je 49.2 ponavljanja (95% u rasponu od 25.1-73.2) Kada su prijavljene, 11 studija je koristilo setove u trajanju od 30 sek., 8 studija je koristilo setove u trajanju od 15 sek., i 4 studije su koristile setove u trajanju od 20, 25 i 40 sek., tim redoslijedom (Behm i sur., 2015).

Trivijalne veličine učinaka ili statistički beznačajne promjene u performansama su također izazvane s oba trajanja dinamičkog istezanja od 10 min. (Needhamet i sur., 2009) i 15 min. (Zourdos i sur., 2012) i sa 180 ponavljanja (Herda i sur., 2008), isto kao i s kraćim trajanjem kao što je 45 sek. (Beedle i sur., 2008), 60 sek. (Samuel i sur., 2008), i 150 sek. (Amiri-Khorasani i sur., 2010), ili 2 ponavljanja od 4 vježbe (Dalrymple i sur., 2010). Stoga, bazirano na varijabilnosti između studija, teško je pokazati vezu između doziranja i odgovora na primjenu vježbi dinamičkog istezanja.

5.3. Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (PNF)

PNF istezanje podrazumjeva statičko istezanje i izometričku kontrakciju u cikličkom uzorku kako bi se povećao opseg pokreta zglobova, s dvije uobičajene tehnike koje su kontrakcija i opuštanje (*CR-contract relax*) i kontrakcija, relaksacija, kontrakcija agonista (*CRAC-contract relax agonist contract*). CR metoda uključuje metodu statičkog istezanja odmah popraćenu intenzivnom izometričkom kontrakcijom istegnutog mišića, s daljnjim dodatnim istezanjem ciljanog mišića dovršenim odmah po prestanku kontrakcije. U drugu ruku, CRAC metoda zahtjeva dodatnu kontrakciju mišića agonista (suprotnost mišićnoj grupi koja je istegnuta) tijekom istezanja, prije dodatnog istezanja ciljanog mišića (Sharman i sur., 2006).

Postoji još i metoda zadržavanja i opuštanja koja se izvodi tako da je mišić, odnosno grupa mišića postavljena u istegnuti položaj pod određenom napetošću. Zatim se izvodi prva faza, izometrička kontrakcija, u trajanju 5 do 6 sekundi dok partner ili nepomičan objekt pruža dovoljan otpor kako bi se spriječio pokret. Nakon izometričke kontrakcije antagonista slijedi druga faza, relaksacija (u pravilu 1 sekunda) te treća faza, odnosno kontrolirano pasivno istezanje u trajanju od 30 sekundi (Jeffreys, 2008; Walker, 2013). Drugi izvori navode dulje vremensko trajanje izometričke kontrakcije (7-15 sekundi) te dulju relaksaciju između kontrakcije i istezanja (2-3 sekunde) uz kraći period pasivnog istezanja od 15 sekundi (Appleton, 1998; Clark i Lucett, 2010). Sharman i sur. (2006) navode da bi izometrička kontrakcija antagonista trebala trajati puno kraće, oko 3 sekunde.

Unatoč njegovoj efikasnosti u povećanju opsega pokreta, PNF istezanje je rijetko korišteno u sportskim rutinama prije same aktivnosti, moguće zato što uobičajeno zahtjeva asistenciju partnera, može biti neugodno ili bolno, i kontrakcije mišića izvedene na jako istegnutom

mišiću mogu rezultirati većim citoskeletnim mišićnim oštećenjem (Butterfield i Herzog, 2006) i spekulativno povećanom riziku od ozljede mišićnog naprezanja (Beaulieu, 1981), iako nema podataka koji to jasno potvrđuju. Intenzitet kontrakcije bi trebao biti u skladu s razinom pripremljenosti osobe (Walker, 2013).

Relativno malo studija iznosi efekte PNF istezanja, i ne postoje sveobuhvatne ili meta-analiitičke recenzije koje procjenjuju PNF istezanje. To je iznenađujuće ako se u obzir uzme činjenica da je PNF visokoefektivna metoda istezanja za povećanje opsega pokreta i uključuje fazu statičkog istezanja unutar protokola i stoga može biti pretpostavljeno da utječe na fizičke performanse (Behm i sur., 2015).

PNF povećava opseg pokreta povećanjem duljine mišića i povećanjem neuromuskularne efikasnosti. Smatra se da PNF povećava opseg pokreta kako kod utreniranih, tako i kod neutreniranih pojedinaca. Učinci mogu trajati 90 minuta ili više nakon što je istezanje dovršeno (Funk i sur., 2003). Trajanje ovih učinaka može varirati zbog raznovrsnih stvari kao što su promjene u postotku maksimalne voljne izometričke kontrakcije (*MVIC-maximal voluntary isometric contraction*) i trajanju kontrakcije ciljanog mišića tijekom PNF istezanja (Rowlands i sur., 2003; Feland i Marin, 2004).

5.3.1. Doziranje opterećenja kod PNF-A

PNF se obično izvodi sa 100% MVIC što može dovesti do ozljede izazvane kontrakcijom i/ili mišićne osjetljivosti. Niži postoci MVIC-a mogu reducirati ove rizike. Feland i Marin (2004) su proveli istraživanje na 72 subjekta u svrhu utvrđivanja da li će submaksimalne kontrakcije tijekom CR metode PNF-a na *hamstrings* doprinositi usporedivim dobicima fleksibilnosti kao kod MVIC-a. 60 subjekata su nasumično stavljeni u jednu od tri tretirane skupine, koje su uključivale 20% MVIC, 60% MVIC i 100% od MVIC, dok su ostalih 12 bili stavljeni u kontrolnu skupinu. Svaki subjekt u prve tri skupine izvodio je CR metodu istezanja od 3 i 6 sek., svatko svojim dotičnim intenzitetom, s 10 sek. pauze između svake kontrakcije pet dana. Rezultati su pokazali da su kontrakcije od 20% i 60% od MVIC jednako efektivne kao i one od 100% MVIC tijekom CR metode PNF-a zato što su sve povećale fleksibilnost. S druge strane, preporuka je da izometrička kontrakcija bude na razini 20% maksimalne voljne kontrakcije mišića kako bi se smanjio rizik od ozljeđivanja (Sharman i sur., 2006).

6. AKUTNI UTJECAJI ISTEZANJA NA PERFORMANSE U TRENINGU AGILNOSTI I SPRINTA

Tablica 1. Prikaz utjecaja određenih vrsta istezanja na sposobnosti sprinta i agilnosti.

AUTOR I GODINA	VRSTA ISTEZANJA	REZULTAT	EFEKTI
Winchester i sur. (2008)	SS,C	sprint: ↓20-40m→(d=0,10) ↓Total→(d=0,24 3%)	-
Sayers i sur. (2008)	SS,C	↓total sprint (d=0,36)	-
Kistler i sur. (2010)	SS,C	↓Sprint 20 - 40m (100m), (d=0,52)	-
Beckett i sur. (2009)	SS,C	Sprint: ↓0-5m→(d=0,40) ↓0-20m→(d=0,27) ↓Total→(d=0,30)	-
Fletcher i Monte-Colombo(2010)	SS,C	↑sprint: (d=0.41)	+
Favero i sur. (2009)	SS,C	/	=
Stewart i sur. (2007)	SS, SS/C	/	=
Wallman i sur. (2010)	SS,C	/	=
Little i Williams (2006)	SS, C	Sprint: ↑20m (d=0,33)	+
Fletcher i Monte-Colombo (2010)	DS/C	↑sprint (d=0,69)	+
Little i Williams (2006)	DS/C	↑10m sprint (d=0,23) ↑20m sprint (d=0,32)	+
Wallman et al. (2008)	DS, C	/	=

LEGENDA: SS - grupa statičkog istezanja (eng. *static stretching group*), C - kontrolna grupa (eng. *control group*), DS- grupa dinamičkog istezanja (eng. *dynamic stretching group*), d - Cohenov d, definiran kao standardizirana razlika između rezultata dvije skupine sudionika, a računa se kao razlika aritmetičkih sredina dvije skupine rezultata podijeljena standardnom devijacijom bilo koje od skupina ili njihovom prosječnom standardnom devijacijom (0,2 mali efekti/0,5 srednji efekti/ 0,8 veliki efekti).

U tablici 1 su prikazani rezultati 12 radova koji su istraživali akutne efekte statičkog i dinamičkog istezanja na izvedbu u treningu agilnosti i sprinta. Što se tiče PNF-a, postoje nedostadni dokazi za preporuku je li bolje koristiti ili ne koristiti PNF prije aktivnosti u kojima agilnost i brzina imaju dominantnu ulogu (Peck i sur., 2014).

6.1. Utjecaj istezanja na trening brzine

Kad je riječ o statičkom istezanju pet studija pokazalo je padajuće efekte ($d=\downarrow 0,1-0,52$), tri nije pokazalo značajne promjene dok je jedno istraživanje pokazalo povećanje sposobnosti ($d=\uparrow 0,33$).

Veliku ulogu kod primjene statičkog istezanja ima doziranje, odnosno vremensko trajanje samog istezanja na mišićnu grupaciju. Rezultati istraživanja Pinto i sur. (2014) pokazuju padajuće efekte kod grupe koja se istezala 60 sek. (2,7-3,4%), a grupa koja je provodila istezanje 30 sek. nije zabilježila značajan pomak u sposobnostima. Također, što je vrijeme istezanja dulje to će krutost mišićno-tetivne jedinice biti manja. Krutost ove jedinice odgovorna je za prijenos sile (mišić-tetiva-kost), što znači da duže statičko istezanje može umanjiti sprintersko-skakačku aktivnost. Dakle, preporuča se da primjena statičkog istezanja prije sportske aktivnosti ne bude duža od 30 sek. po mišiću. Također, preporuka je da sveukupno trajanje statičkog istezanja različitih mišićnih grupacija bude do 5 minuta, što vjerojatno neće negativno utjecati na sprintersku izvedbu (Lisica i Šarić, 2016).

Rezultati akutnih učinaka dinamičkog istezanja su malo drugačiji, a iz tablice se može vidjeti da su dvije studije kod sprinterskih aktivnosti pokazale pozitivne rezultate primjenom dinamičkog istezanja ($d=0,23-0,69$), dok jedno istraživanje nije pokazalo značajan pomak. Jedno od koristi dinamičkog istezanja je podizanje radne temperature na optimalnu razinu. Rezultati istraživanja Turki i sur. (2012) pokazuju da optimalno doziranje dinamičkog istezanja u vidu zagrijavanja pozitivno utječe na sprint, dok prekomjerno dinamičko istezanje uzrokuje iscrpljenost i time smanjuje učinak sprinta. Yamaguchi i Ishii (2014) također navode da brzina izvođenja dinamičkog istezanja ima utjecaja na eksplozivnu izvedbu, između ostalog i na sprint. Naime, brzo izvođenje ima pozitivnije učinke od sporijeg izvođenja dinamičkog istezanja (7,6% naprema 1,1%). Uz to, preporučaju izvođenje vježbi „što je brže moguće“, 10-12 ponavljanja/20 metara u 1-2 serije.

6.2. Utjecaj istezanja na trening agilnosti

Efekti SI i DI na agilnost nisu opsežno istraživani. Razlog tome su, vjerojatno, poteškoće u standardiziranju definicije agilnosti, kao i metoda za njenu procjenu. Najveći broj definicija i testova obuhvaćaju samo fizičku komponentu agilnosti (promjena pravca kretanja, snage, ubrzanja), dok se „isključuju“ perceptualni i aspekti donošenja odluka. „Agilnost je brzo kretanje cijelog tijela sa promjenom brzine i pravca, kao odgovor na stimulans“ (Sheppard i Young, 2006).

Plisk (2000) je definirao agilnost kao „sposobnost tijela (ili dijelova tijela) da se naglo zaustavi, promjeni pravac i ponovno naglo, ali kontrolirano ubrza“. Dalje, postoje zatvorene i otvorene komponente agilnosti. U istraživanjima koja su promatrala utjecaj istezanja na agilnost, preporučeno je da se SI izbjegava prije nastupa, jer je imalo negativan utjecaj (Fletcher i Jones, 2004; Nelson i sur., 2005;), iako u nekim istraživanjima nisu pronađeni negativni efekti SI (Van Gelder i Bartz, 2011; Jordan i sur., 2012). S druge strane, učinci DI su imali značajno pozitivan utjecaj, posebno na zatvorene komponente agilnosti (Young i Behm, 2003; Fletcher i Jones, 2004; Little i Williams, 2004; Van Gelder i Bartz, 2011).

7. UTJECAJ ISTEZANJA NA TRENING JAKOSTI

Tablica 2. Prikaz utjecaja određenih vrsta istezanja na trening jakosti.

AUTOR I GODINA	VRSTA ISTEZANJA	REZULTATI	EFEKTI
Bacurau et al. (2009.)	SS	-0.78 (0.94)	-
Babault et al. (2010)	SS	-0.56 (0.57)	-
Behm et al. (2006)	SS	-0.36 (0.42)	-
Kokkonen et al. (1998)*	SS	-0.25 (0.44)	-
Marek et al. (2005)*	PNF	-0.50 (0.47)	-
Konrad(2016.)	PNF	Prije:99.9 +/- Poslije:41.8 95.4 +/-39.1 P= 0.01	+
Bhem i Caouchi (2011.)	DS	>90s ↑7,3%	+
Bradley J. Kendall (2017.)	DS	P=0,01	+
Bhem i Caouchi (2011.)	DS	<90s ↑0,5%	+
Konrad (2016.)	DS	86.5 +/-39.9 84.9 _+/-36.6 P=0.44	=

LEGENDA: SS- statičko istezanje (*static stretching*), DS- dinamičko istezanje (*dynamic stretching*), PNF- proprioceptivna neuromuskularna facilitacija (*proprioceptive neuromuscular adaptation*), P- statistički značaj(>0,05).

U tablici 2 su prikazani rezultati 10 radova koji su istraživali akutni utjecaj statičkog i dinamičkog istezanja, te PNF-a u treningu jakosti. Mjere koje su se uzimale kao pokazatelj jakosti su vršni moment sile (*peaq force*) i jedno maksimalno ponavljanje (1RM - *repetitio maximum*).

Jakost (statična ili dinamična) je najveća voljna mišićna sila koju sportaš može proizvesti u statičnom ili dinamičnom režimu mišićnog rada prilikom, primjerice, dizanja utega velikih težina (1 RM; dinamična jakost) ili pokušaja dizanja utega koje sportaš ne može pokrenuti (statična jakost). Snaga se može definirati kao i jakost, ali uz uvjet da sportaš generira maksimalnu mišićnu silu u što kraćem vremenu (Milanović, 2013).

Kad je riječ o statičkom istezanju, 4 istraživanja iz tablice, kao i većina ostalih pokazala su negativne učinke. Znatno broj radova ukazuje da provođenje statičkog istezanja prije aktivnosti u kojima prevladavaju jakost i snaga rezultira deficitima u performansama (Taylor i sur., 2009).

Međutim, bitno je napomenuti da kad se statičko istezanje izvodi prije općeg zagrijavanja ili dinamičkog istezanja, deficiti u performansama mogu biti djelomično ili potpuno obrnuti. Kako bilo, kad je statičko istezanje izvedeno nakon općeg zagrijavanja (trčanje na pokretnoj traci 5 min.), Holt i Lambourne (2008) su otkrili da su povećanja kod *countermovement* skoka

veća nego onda kad se provodi samo opće zagrijavanje. Pearce i sur. (2009) također su otkrili da su s periodom zagrijavanja nakon statičkog istezanja, deficiti u performansama jakosti i snage ustrajali. Pod pretpostavkom da se statičko istezanje provodi najmanje 15 sek., daljnje povećanje trajanja rastezanja neće utjecati na izvedbu.

Bradley i sur. (2007) utvrdili su da statičko istezanje uzrokuje smanjenje u performansi *countermovement* skoka koje traje 5 min., ali se vraća u prvobitno stanje nakon 15 min. Kako se može vidjeti iz istraživanja, statičko istezanje odmah prije aktivnosti jakosti i snage smanjuje performanse, međutim ako je pravovremeno provedeno (15 min. prije aktivnosti) ili je kombinirano s općim zagrijavanjem koje slijedi nakon, onda nema utjecaja na performanse jakosti i snage (Peck i sur., 2014.)

Dinamičko istezanje, pak, pokazuje drugačiji učinak na performanse u treningu jakosti. Iz tablice se mogu vidjeti rezultati 4 istraživanja koja pokazuju pozitivne učinke i jedno koje pokazuje razliku koja nije statistički značajna. Ostala istraživanja također većinom pokazuju pozitivne učinke, iako ima i manji broj oni koji pokazuju da dinamičko istezanje nema utjecaja na performanse u treningu jakosti i snage (Christensen i Nordstrom, 2008; Herda i sur., 2008; Barroso i sur., 2012).

Rezultati PNF-a u tablici pokazuju pozitivan i negativan učinak. Ostala istraživanja daju većinom negativne učinke, ali je potrebno napomenuti da su dodatna istraživanja svakako potrebna zbog oskudnosti rezultata kad je PNF u pitanju. Gubitak u maksimalnom izometričkom okretnom momentu u grupi mišića istezanoj u istraživanju od Marek i sur. (2005) možda može biti objašnjena kontrakcijom i rezultirajućim zamorom ciljnih mišića tijekom režima istezanja. Kako bilo, Kay i sur. (2015) su prijavili nepromjenjene vrijednosti maksimalnog okretnog momenta nakon jedne vježbe PNF-a, kao i kod jedne vježbe statičkog istezanja. Nadalje, Barroso i sur. (2015) su otkrili da je PNF negativno utjecao u performansama 1RM-a u potisku nogama (*leg press*) i snizio ukupan broj submaksimalnih ponavljanja koji su mogli biti izvedeni. Franco i sur. (2008) su otkrili da je PNF proveden prije aktivnosti smanjio submaksimalan broj ponavljanja u potisku sklupe (*bench press*).

8. ZAKLJUČAK

Cilj rada je bio povezati različite mehanizme istezanja s obzirom na treninge usmjerene na jakost, brzinu i agilnost te, s obzirom na rezultat, prikazati činjenice primjenjive u praksi. Iz svega navedenog može se primijetiti da, iako je primjena statičkog istezanja još uvijek velika, većinom daje negativne akutne učinke, bilo kao dio uvodno-pripremnog dijela treninga jakosti ili prije treninga agilnosti i brzine. Kada je riječ o statičkom istezanju, bitno je napomenuti da kada se primjenjuje prije treninga brzine i agilnosti veliku ulogu igra doziranje opterećenja, a prije treninga jakosti bitnu ulogu igra vremenski period (koliko minuta prije se provodi) i je li kombinirano s dinamičkim istezanjem ili nekim drugim oblikom zagrijavanja (opće ili specifično zagrijavanje obzirom na aktivnost u glavnom dijelu treninga).

Dinamičko istezanje se u povezanosti sa svim navedenim oblicima aktivnosti pokazalo kao najbolji odabir. Iako je tome tako, može se zaključiti da se dinamička metoda istezanja u sportskoj praksi i dalje nedovoljno koristi, što bi bilo dobro u budućnosti postupno mjenjati.

PNF metoda je još uvijek nedovoljno istražena, što je začeđujuće budući da je dokazano da pozitivno utječe na povećanje opsega pokreta, a time i na fizičke performanse. Zbog navedenog, neophodna su daljnja istraživanja u ovom području s ciljem dobivanja relevantnih rezultata primjenjivih u praksi. Jedan od glavnih razloga zašto se PNF slabo koristi je činjenica da nije lako primjenjiva kao ostale metode istezanja, te zbog doziranja opterećenja s obzirom na razinu pripremljenosti osobe na kojoj se provodi. Isto kao i statička metoda, veće će dobrobiti proizvesti ako se primjenjuje nakon fizičke aktivnosti. Također, ne smije se zanemariti psihološki segment u smislu promjene rutine koju je osoba stekla nakon godina treniranja, pogotovo u vrhunskom sportu gdje i najmanja promjena može biti osjetna i uvelike utjecati na sportsku izvedbu. Ako je osoba navikla na određenu vrstu istezanja koja je prepoznata kao neprimjerena u odnosu na aktivnost koja slijedi, potrebno je pronaći način kako uklopiti postojeći obrazac s novim i kvalitetnijim, a sve s ciljem najučinkovitije pripreme osobe za vrste opterećenja koja slijede. Stoga je bitno, kako za trenere, tako i za subjekte trenažnog procesa, da posvete veću pažnju kvalitetnom odabiru istezanja u svrhu postizanja maksimalnih učinaka u glavnom dijelu treninga.

9. LITERATURA

1. Aagard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P. i Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and Hreflex responses. *Journal of Applied Physiology*, 92(6), 2309-2318.
2. Amiri-Khorasani, M., Sahebozamani, M., Tabrizi, K.G. i Yusof, A.B. (2010). Acute effect of different stretching methods on Illinois agility test in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2698-2704.
3. Arthur, M. i Bailey, B. (1998). *Complete Conditioning for Football*. Champaign, IL: Human Kinetics.
4. Avela, J., Kyröläinen, H. i Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*, 86(4), 1283-1291.
5. Babajić, F. (2015). (Doktorski rad). Učinci vibracijskih podražaja u uvodnopripremnom dijelu treninga na opseg pokreta i mišićnu funkciju donjih ekstremiteta u nogometaša. Doktorski rad. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
6. Barroso ,R., Tricoli, V., Santos Gil, S.D. i sur. (2012). Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 2432-2437.
7. Beaulieu, J. E. (1981). Developing a stretching program. *The Physician and Sportsmedicine*, 9, 59–66.
8. Behm, D. G. i Chaouachi, A. (2011) A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2633-2651.
9. Behm, D., Blazevich, J., Kay, A.D. i McHugh, M. (2015). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(1), 1-11.
10. Behm, D.G., Blazevich, A.J., Kay, A.D. i McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy

- active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(1), 1-11.
11. Behm, D.G., Button, D.C. i Butt, J.C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology-Revue Canadienne de Physiologie Appliquee*, 26(3), 261-272.
 12. Biel, A. (2005). *Trail Guide to the Body*, 3rd ed. Boulder, CO: Books of Discovery.
 13. Clark, M.A. i Lucett, S.C. (2010). *Flexibility Training for Performance Enhancement*. U M.A. Clark, M.A. & S.C. Lucett (ur.) *NASM Essentials of Sports Performance Training*, 1st ed. (str. 121-152) Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.
 14. Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W. i Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *European Journal of Applied Physiology*, 93(5-6), 530-539.
 15. Curwin, S. (2005). *Joint Structure and Function*. U P.K. Levangie & C.C. Norkin (ur.) *Joint Structure & Function: A Comprehensive Analysis*. Philadelphia, PA: F. A. Davis Company.
 16. Dalrymple, K. J., Davis, S. E., Dwyer, G. B. i Moir, G. L. (2010). Effect of static and dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 149-155.
 17. Feland, J. B. i Marin, H. N. (2004). Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 18.
 18. Fratrić, F. (2006). *Teorija i metodika sportskog treninga*. Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
 19. Gambetta, V. (1997). Stretching the truth. *Training and Conditioning*, 7(2), 25-31.
 20. Grace, T.G., Sweetser, E.R., Nelson, M.A., Ydens, L.R., i Skipper, B.J. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 66(5), 734-740.

21. Hamada, T., Sale, D.G., MacDougall, J.D. i Tarnopolsky, M.A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology* (1985), 88(6), 2131-2137.
22. Hamill, J. i Knutzen, K.M. (2009). *Biomechanical Basis of Human Movement*, 3rd ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.
23. Hedrick, A. (2000). Dynamic flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5), 33-38.
24. Holt, B. W. i Lambourne, K. (2008). The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 226-229.
25. Hunter, G.R. i Harris, R.T. (2008). *Structure and Function of the Muscular, neuromuscular, Cardiovascular, and respiratory Systems*. U T.R. Baechle & R.W. Earle (ur.) *NSCA Essentials of Strength Training and Conditioning*, 3rd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.
26. Jagers, J.R., Swank, A.M., Frost, K.L. i Lee, C.D. (2008). The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1844-1849.
27. Jeffreys, I. (2008) Warm-up and Stretching. U T.R. Baechle & R.W. Earle (ur.) *NSCA Essentials of Strength Training and Conditioning*, 3rd ed. (str. 295-324) Champaign, IL: Human Kinetics.
28. Kallerud, H. i Gleeson, N. (2013). Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports medicine*, 43(8), 733-750.
29. Kay, A. D. i Blazevich, A. J. (2009). Moderate-duration static stretch reduces active and passive plantar flexor moment but not Achilles tendon stiffness or active muscle length. *Journal of Applied Physiology*, 106, 1249–1256.
30. Kay, A. D. i Blazevich, A. J. (2012) Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1), 154-164.
31. Keros, P., Pećina, M. i Ivančić-Košuta, M. (1999). *Temelji anatomije čovjeka*. Zagreb: Naklada Ljevak.

32. Knudson, D. (2006). The Biomechanics of Stretching. *Journal of Exercise Science & Physiotherapy*, 2, 3-12.
33. Koprivica, V. (2002). *Osnove sportskog treninga*. Beograd: SIA.
34. Kubo, K., Kanehisa H., Kawakami Y. i Fukunaga T. (2001) Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 90(2): 520-527.
35. Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y. i Fukunaga, T. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures *in vivo*. *Journal of Applied Physiology*, 90, 520–527.
36. Latash, M.L. (1998). *Neurophysiological basis of movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.
37. Lisica, D. i Šarić, J. : Akutni i kronični učinci statičkog i dinamičkog istezanja na sprintersko-skakačku izvedbu. 14. godišnja međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša, Zagreb, 26. i 27. veljače 2016
38. Mann, D.P. i Jones, M.T. (1999). Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *Strength and Conditioning Journal*, 21(6), 53-55.
39. Manoel, M.E., Harris-Love, M.O., Danoff, J.V. i Miller, T.A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1528-1534.
40. Matković, B. i Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
41. McArdle, W. D., Katch, F. I. i Katch, V. I. (1991). *Exercise Physiology* (3rd ed.). Philadelphia: Lea and Febiger.
42. McHugh, M. P. i Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 169–181.
43. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga: kineziologija sporta*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
44. Milunović, M. (2016). *Analiza učinaka najčešćih modaliteta vježbi istezanja na mehanički izlaz mišića*. Diplomski rad. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

45. Mizuno, T., Matsumoto, M. i Umemura, Y. (2013). Decrements in stiffness are restored within 10 min. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 484-490.
46. Morse, C. I, Degens, H., Seynnes, O. R., Maganaris, C. N. i Jones, D.A. (2008). The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *Journal of Applied Physiology*, 586(1), 97–106.
47. Needham, R. A., Morse, C. I., i Degens, H. (2009). The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Researches*, 23, 2614-2620.
48. Nelson A.G. i Kokkonen, J. (2007). *Stretching Anatomy*. Champaign, IL: Human Kinetics.
49. Nelson, A.G., Kokkonen, J. i Arnall, D.A. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 338-343.
50. Pearce, A.J., Kidgell, D.J., Zois, J. i Carlson, J.S. (2009). Effects of secondary warm up following stretching. *European Journal of Applied Physiology*, 105(2), 175-183.
51. Peck, E., Chomko, G., Gaz, D.V. i Farrell, A.M. (2014). The effects of stretching on performance. *Current Sports Medicine Reports*, 13(3), 179-185.
52. Pinto, M. D., Wilhelm, E. N., Tricoli, V., Pinto, R.S. I Blazeovich, A. J. (2014). Differential effects of 30-vs. 60-second static muscle stretching on vertical jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3440-3446.
53. Plisk, S.S. (2000). Speed, agility, and speed-endurance development. In T. Baechle & R. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (pp. 471-492). Champaign, IL: Human Kinetics.
54. Pope, R.P., Herbert, R.D., Kirwan, J.D. i Graham, B.J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 271-277.
55. Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M. i Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: Effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8), 1389-1396.
56. Rubini ,E.C., Costa, A.L. i Gomes, P.S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37, 213–224.

57. Rubini, E. C., Costa, A. L. i Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37, 213–224.
58. Sekir, U., Arabaci, R. i Akova, B. (2015). Acute effects of static stretching on peak and end-range hamstring-to-quadriceps functional ratios. *World Journal of Orthopedics*, 6(9), 719-726.
59. Sharman, M.J., Cresswell, A.G. i Riek, S. (2006) Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching. *Sports Medicine*, 36(11), 929-939.
60. Sheppard, J.M. i Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
61. Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(5), 267-273.
62. Šimić, L. (2009). Akutni efekti statičkog istezanja na visinu vertikalnog skoka: meta analiza.(Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
63. Šimić, L., Šarabon, N. i Marković, G. (2012). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A metaanalytical review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(2), 131-148.
64. Smith, C. A. (1994). The warm up procedure: To stretch or not to stretch. A brief review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 19(1), 12-17.
65. Stevanović, V. (2016). Akutni efekti različitih sadržajauvodno-pripremnog dela treninga na motoričke sposobnosti i neuromišićnuadaptaciju košarkaša. Doktorska disertacija. Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
66. Taylor, K.L., Sheppard, J.M., Lee, H. i Plummer, N. (2009). Negative effect of staticstretching restored when combined with a sport specific warm-upcomponent. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 657-661.
67. Trajano, G.S., Nosaka, K. i Blazevich, A. J. (2007). Neurophysiological Mechanisms Underpinning Stretch-Induced Force Loss. *Sports Medicine*, 47(8), 1531-1541.
68. Van Gelder, L.H. i Bartz, S.D. (2011). The effect of acute stretching on agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3014–3021.
69. Walker, B. (2013). *Ultimate guide to stretching & flexibility*. Long Island City, NY: InjuryFix.

70. Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M. i Yasuda, K. (2007). Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 1238-1244.
71. Young, W. B. (2007). The use of static stretching in warm-up for training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 212–216.
72. Young, W. B. i Behm, D. G. (2002). Should static stretching be used during a warmup for strength and power activities? *Strength and Conditioning Journal*, 24(6), 33-37.
73. Zourdos, M. C., Wilson, J. M., Sommer, B. A. i sur. (2012). Effects of dynamic stretching on energy cost and running endurance performance in trained male runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 335-341.